



## Vers un outil d'évaluation et de conception des ambiances sonores architecturales

Théo Marchal

### ► To cite this version:

Théo Marchal. Vers un outil d'évaluation et de conception des ambiances sonores architecturales : un questionnement des processus de conception . Colloque international et Interdisciplinaire des Jeunes Chercheurs en Socio-Anthropologie: Processus de production et médiation dans les Arts et les Techniques: Approches transversales et interdisciplinaires, EMC2 Emotion Médiation Culture Connaissance Laboratoire de Sociologie de Grenoble, Dec 2015, Grenoble, France. hal-01274934

**HAL Id: hal-01274934**

**<https://hal.univ-grenoble-alpes.fr/hal-01274934>**

Submitted on 28 Jun 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Laboratoire de Sociologie de Grenoble  
**EMC²-LSG**  
*Emotion-Médiation-Culture-Connaissance*

Réseau international **JCSA**  
*Jeunes Chercheurs en Socio-Anthropologie*



## Colloque international Jeunes Chercheurs en Socio-Anthropologie Grenoble – 7 et 8 décembre 2015

### *Processus de production et médiation dans les Arts et les Techniques Approches transversales et interdisciplinaires*

THEO MARCHAL

#### **VERS UN OUTIL D'ÉVALUATION ET DE CONCEPTION DES AMBIANCES SONORES ARCHITECTURALES, UN QUESTIONNEMENT DES PROCESSUS DE CONCEPTION.**

Dans le cadre d'une interrogation sur les processus de production et de création, nous proposons de présenter ici un regard sur la conception des ambiances sonores dans l'édifice architectural, et plus particulièrement à la lumière des nouvelles technologies de conception et de fabrication en présentant des manières potentielles de concevoir les espaces de demain, ainsi que leurs ambiances.

En nous basant sur un projet de recherche investiguant le développement d'un outil d'esquisse sonore en lien avec une série d'enquêtes in situ, on cherche ici à comprendre l'articulation potentielle entre propriété sensible d'un espace et simulation ou évaluation pour la conception. Il s'agit alors d'articuler cette réflexion avec la restructuration contemporaine des modes de conception spatiale liés à l'émergence de nouveaux outils numériques<sup>1</sup>, en faisant l'hypothèse d'une prospective architecturale inquiète de ne pas dissocier qualité énergétique et qualité « ambiante » des espaces. On tâchera alors de mettre en perspective cette question des processus de conceptions assistées par ordinateur et des prototypes associés comme une forme de conceptualisation en acte<sup>2</sup> renouvelant certaines approches et méthodologies pour la conception.

#### **L'Outil numérique et technique, outil de conception architecturale**

*Bouleversement des paradigmes : solutions et procédés intrinsèques à la conception*

Pour bien comprendre ces préoccupations, il faut présenter cette émergence des outils numériques dans la conception architecturale et comprendre en quoi elle figure une véritable révolution dans les paradigmes de projet. Avec l'arrivée, notamment des algorithmes, l'ordinateur ne se contente plus d'imiter le processus additif du dessin où la souris remplace la main, mais devient un outil capable de proposer de nouvelles articulations et associations entre les éléments de la forme. Émerge alors une série de processus complexes d'articulations et d'associations paramétriques où la machine ne traite plus un paramètre extérieur en le traduisant littéralement dans le modèle, mais s'adapte et réagit à ces paramètres pour générer le modèle : Pour illustrer ces processus, on citera par exemple les évaluations structurelles qui jusqu'alors traduisaient les efforts physiques dans un modèle numérique fixe, et qui sont désormais capables de générer ou de transformer ce dernier dans une perspective d'optimisation<sup>3</sup>. Ainsi, les solutions ne sont plus de seuls moyens vers une fin mais deviennent partie prenante du processus de création.

Ces bouleversements impliquent une transformation des pratiques et des processus de conceptions qui régissent le dessin architectural tant dans sa dimension représentative que créative : on peut faire le parallèle ici avec la naissance de la perspective qui, à la renaissance en bouleversant les modes de représentations de l'espace, a mené vers de nouvelles façons de le concevoir<sup>4</sup> : en engendrant notamment des modes de pensée du projet d'architecture relatifs à la qualité sensible des espaces par leur représentation.

<sup>1</sup> Saggio A., *The It Revolution in Architecture. Thoughts on a Paradigm Shift*, New York, lulu.com, 2013

<sup>2</sup> Vergnaud G., «La Théorie Des Champs Conceptuels», *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, n°10, 1990, p. 133–170

<sup>3</sup> ARUP Advanced geometry group, «Form and Algorithm», *C3*, n°313, 2010, p. 68–127

<sup>4</sup> Rabreau D., *Architectural Drawings of the Eighteenth Century : Les Dessins D'architecture Au XVIIIe Siècle* Paris, Bibliothèque de l'Image, 2001

Ce mouvement associé aux outils numériques en architecture ne se constitue pas uniquement en un changement d'outil, mais plutôt en un agencement unique entre outil de conception et machine à contrôle numérique directement liée permettant le prototypage rapide. Les processus de pensée de l'architecture, de conception et de création des espaces, se voient alors déterminés par un rapport direct au prototype et à une conception en acte que nous développerons plus précisément en deuxième partie de cet article.

#### *L'outil numérique ou l'objet technique non-automatique*

Dans le cadre d'un questionnement des processus de conception spatiale, il ne s'agit pas ici de rendre compte d'un imminent changement de paradigme pour la conception architecturale lié à l'émergence de nouvelles technologies, mais plutôt de considérer les potentiels et enjeux de ce dernier en interrogeant ces « technologies » en tant que telles au sein du processus de conception. Ainsi, si l'on s'attache à les comprendre, il faut avant tout les appréhender pour elles-mêmes et dans leurs existences propres. Comme on l'a vu précédemment l'outil numérique constitue un potentiel en tant qu'« élément » du processus si l'on considère et utilise son aptitude à s'informer de paramètres externes. Ainsi on cherche à interroger l'objet technique, non pour un potentiel automatisme, mais bien pour sa capacité à s'adapter aux variations extérieures. On associe son perfectionnement « *au fait que le fonctionnement d'une machine recèle une certaine marge d'indétermination. C'est une marge qui permet à la machine d'être sensible à une information extérieure* »<sup>5</sup>

De ce constat émerge ensuite la posture du concepteur, chargé d'amender la machine par des informations extérieures ou voir même provenant d'elle-même. On constate ici la particularité de ces processus qui impliquent une articulation cyclique entre l'outil et les paramètres « extérieurs » auxquels il s'adapte.

#### **Positionnement de l'outil de simulation dans la conception**

##### *Posture de l'esquisse pour la création.*

En prenant en considération cette reconfiguration de la conception architecturale et de ses processus, il convient de comprendre la logique cyclique et/ou continue qui est fabriquée ici. En effet, on passe d'un processus qui était linéaire ; articulant les étapes selon une suite logique où l'esquisse engendre le projet et sa conception, puis, où l'on valide ou l'on invalide le projet par la simulation de certains phénomènes ; à une articulation plus complexe entre les différentes phases qui s'alimentent et s'articulent mutuellement de manière à réinformer le processus en continu. Ainsi, les différents outils relatifs à ces phases se retrouvent existants par eux-mêmes, s'affranchissant petit à petit de leur position dans le processus de conception comme définition. En effet, comme on le verra ensuite, il s'agit d'envisager tester et esquisser le projet de manière « simultanée ».

De cette façon, en s'interrogeant sur la conception des ambiances on considère la posture de l'esquisse comme outil polyvalent plus pertinente que celle de la simulation/validation qui - en opposition - se définit à travers son positionnement temporel dans la conception. En effet, le rapport entre projet et esquisse ne constitue pas d'un rapport de causalité, mais bien d'une constitution, ou encore d'une évolution d'un même « effet » constitué d'une essence unique. Dans son sens premier, elle intègre à la fois la notion d'outil préparatoire au travail de conception, mais également à l'égalisation du projet final duquel l'essence doit correspondre aux idées principales soutenues par l'esquisse. Il s'agit en réalité d'un « premier » acte de représentation, mais aussi de conception. L'esquisse, en « évoluant » se fabrique alors autour d'éléments et d'événements qui la transforme formellement, mais aussi dans une dimension mentale stimulant l'imaginaire. De cette façon, plus qu'une évolution l'esquisse devient révolution en son sens tournant, en suscitant, autant qu'elle s'en nourrit, l'acte de conception.

Ainsi on note à la fois son aspect que l'on pourrait qualifier d'outil (permettant l'étude et la conception), mais également d'objet de représentation (permettant d'informer, ou d'indiquer les grandes lignes du projet définitif). Enfin, si l'on considère l'esquisse architecturale comme une première ébauche, on peut y réfléchir comme un calque sur lequel viennent se superposer de nouvelles esquisses, devenant petit à petit le projet final.

Le second point qu'il semble important d'aborder ici concerne le média qui fera figure d'esquisse ainsi que son rôle dans la constitution de cette dernière à travers le degré d'abstraction qu'il propose, la liberté ou au contraire la rigueur dont il fait. Ainsi « la nature du dialogue entre l'utilisateur et le système<sup>6</sup> » joue un rôle primordial et est à interroger ici. Comment l'outil interagit-il avec l'utilisateur et de quelle manière propose-t-il ou non des solutions plus ou moins libres face aux données mises en avant par le concepteur. Le système de production de l'esquisse conditionne alors la dimension créative et imaginaire du dessinateur, et l'outil devient conditionnement d'un certain nombre d'éléments qu'il s'agit pour le concepteur de contraindre via un ensemble de paramètres dont il a préalablement, ou durant la formalisation de l'esquisse, décidé.

---

<sup>5</sup> Simondon G., *Du mode d'existence des objets techniques*, Philosophie, Paris, Aubier, 2012

<sup>6</sup> Ciblac T., Guéna F., Untersteller L.-P., « De L'esquisse D'architecture Au Modèle Numérique », dans *Journées SCAN (Séminaire de Conception Architecturale Numérique): Rôle de L'esquisse Architecturale Dans Le Monde Numérique*, Charenton, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Val-de-Seine, 2005

## **Esquis'Sons! rôle et enjeux**

### *Présentation du projet de recherche, terrain et questionnement*

En lien direct avec les ambiances sonores et leur conception dans l'espace, et dans le cadre d'un projet de recherche financé par l'ADEME<sup>7</sup> (Esquis'Sons!<sup>8</sup>), l'objectif a été d'élaborer un outil d'esquisse sonore de l'espace urbain. Ainsi, sur la base de considérations vécues et d'enquêtes dans un contexte d'architectures contemporaines regroupées en « écoquartier », nous avons pensé un instrument capable de s'intégrer dans ces nouveaux processus de création et tourné vers le concepteur spatial. Le vrai objectif a alors été, relativement à nos orientations scientifiques, mais aussi aux considérations soulevées précédemment, de construire un outil dit d'esquisse en opposition au terme de « simulation » qui apparaissait déjà comme un objet de conception figé, capable de donner un résultat sur une situation donnée.

Ce travail a fait l'hypothèse de se concentrer sur les dispositifs spatiaux à l'interface entre l'espace privé d'un logement ou d'une activité et l'espace public de la rue, comme les balcons, terrasses, loggias, circulations couvertes ou espaces intermédiaires. La visée de ce choix particulier est notamment relative à leur double rôle, créateur et récepteur des ambiances sonores urbaines. Nous nous sommes alors focalisés sur ce type d'espace qui constitue un émetteur sensible - par sa dimension sonore et visuelle - de l'architecture, notamment telle qu'elle s'est développée dans les éco quartiers, et qu'il est apparu pertinent d'évaluer selon les potentiels ou les effets sonores dans des contextes urbains et climatiques différents.

Ce que l'on va vivre sur une terrasse dépend en effet des habitants dans un premier lieu, mais aussi des potentiels de l'espace construit (dimensions, matériaux, intimité, etc.) et des qualités sonores de la rue sur laquelle donne ce balcon. Réciproquement la rue « se charge » aussi des éléments sonores qui sont produits sur les balcons et qu'elle « autorise ». Ces espaces, qui sont à la fois extérieurs et intérieurs d'un bâtiment - façade et dispositifs habités - permettent de changer d'échelle au sein du projet architectural et de basculer de l'échelle du quartier ou de l'agglomération, à celle de la rue et du bâtiment, pour enfin arriver à l'échelle du corps en mouvement et des dispositifs à travers les usagers ou habitants d'un quartier. Ces potentialités de dimensions qu'apportent les seuils, balcons, terrasses, loggias permettent alors de poser la question de l'environnement sonore selon le prisme des échelles à travers le même objet.

Esquis'Sons! par ces différentes dimensions d'investigation vise ainsi à présenter un outil dont l'objectif n'est pas seulement l'analyse de l'existant, mais bien la production de nouveaux espaces et l'accompagnement du concepteur dans son activité de projet.

Cet outil d'esquisse sonore, pour assister et accompagner l'aménageur dans ses différentes hypothèses de travail en termes de compositions urbaines, fait l'hypothèse d'une interface sonore comme outil de dialogue entre les différents acteurs d'un projet, mais aussi du concepteur avec son modèle. Il nous a donc semblé pertinent de le construire pour qu'il soit en mesure de s'adapter aux logiques de projet, à savoir ici : proposer un outil d'esquisse sonore simple d'usage qui permettrait de tester des hypothèses sur un projet d'espace tout en disposant d'un retour acoustique cohérent dans sa représentation de l'environnement sonore relatif à l'espace, et non figé.

### *Présentation de l'outil d'esquisse sonore et méthodologie*

Le module propose des points d'écoute sur un projet en conception pour pré-entendre, avec le même niveau de précision que ce que l'esquisse architecturale permet de prévoir, les différents scénarios sonores que le concepteur pourrait vouloir tester. Cette phase inclut aussi tout un travail de formulation des questionnements architecturaux qui, au niveau de l'esquisse, influent sur les qualités sonores : qualités formelles, matérielles et fonctionnelles des vides urbains – qui porteront les effets sur les propagations des sons, sur l'organisation et la répartition des activités, sur les dimensions esthétiques du projet pouvant influencer les qualités d'écoutes par les futurs usagers.

Dans le fonctionnement, l'ambition a été de faire dialoguer un logiciel de modélisation 3D (Rhino3D) avec un module capable de diffuser et moduler le son. L'objectif étant de faire communiquer ces deux éléments en préservant, mais surtout en exploitant l'interactivité et la potentialité des outils paramétriques, nous avons choisi d'utiliser Grasshopper3D ainsi que MaxMSP qui, s'intéressant respectivement à la modélisation formelle et à la modélisation sonore, étaient en capacité de réagir, mais surtout de s'adapter l'un à l'autre selon les paramètres « décidés ».

L'outil « Esquis'sons! », comme aide à la conception d'environnements sonores durables, s'efforce de rendre compte d'un ensemble de réalités concrètes observées sur le terrain et organisées en catégories selon le travail de

---

<sup>7</sup> Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

<sup>8</sup> Rémy N.(dir.), Chelkoff G., Marchal T., Gamal Said N., Bardyn J.-L., Amini H., *Esquis'sons ! Outils d'aide à la conception d'environnements sonores durables*, Grenoble CRESSON/ADEME Direction Villes et territoires durables, 2015

Grégoire Chelkoff distinguant « forme », « formant » et « formalité » d'un dispositif ou d'un espace<sup>9</sup>. Ainsi, la catégorisation de forme permet tout d'abord d'objectiver un système à travers celle-ci : on considère le type « formel » du système à travers ses dimensions, matérialités, orientations, et plus particulièrement son degré d'ouverture vers l'extérieur, mais aussi vers les autres balcons via les dispositifs qu'il propose. On cherche ainsi à révéler le type d'aménagement « projeté » ou conçu tel qu'il se présente formellement à l'échelle de l'ilot et des éléments environnants.

La catégorie « formant » concerne plus particulièrement le ou les modes dans lesquels le système se forme par rapport au son. Ainsi, on va considérer le degré de forme en rapport avec l'usage et l'écoute et les caractéristiques de l'espace sonore ainsi que leurs articulations sensibles de manière à pouvoir appréhender les variables sensibles du système (hermétisme et degré d'échappement, ou encore effets sonores particuliers).

Enfin la catégorie des « formalités » relève plus spécifiquement des pratiques « exemplaires » ou encore singulières ayant lieu dans le système et caractérisées notamment par celui-ci (forme et formants). On pense notamment aux pratiques des usagers et à leurs temporalités, relatives à une « utilisation sensible » spécifique.

Sur cette base méthodologique, il a ensuite s'agit de dresser un catalogue de ces situations, basé notamment sur l'étude en amont des enregistrements sonores via une série d'écoutes croisées. Celles-ci ont consisté en une première écoute « en aveugle », durant laquelle chaque prise de son a été écoutée par l'ensemble de l'équipe sans aucune autre information que celles données par la piste audio. Cette méthode permet ainsi de faire extraire à chacun des caractéristiques acoustiques indépendantes des imaginaires formels. Puis, dans un second temps, et sur la base des réflexions ou interrogations amenées précédemment, une phase d'écoute partagée a permis d'échanger sur les fragments en présence des chercheurs ayant connaissance du terrain. Il a émergé de cette première partie de la recherche une série de situations et de catégories qui ont permis d'informer la construction d'un outil d'esquisse combiné à un outil de modélisation formelle. L'objectif étant de s'appuyer à la fois sur des caractéristiques et des spécificités « universelles » propres aux règles acoustiques (tel que les temps de réverbérations relatifs aux volumes et aux matériaux par exemple), mais aussi sur des particularités du catalogue préalablement dégagées par la phase d'écoute (sensation acoustique relative au recul, perception spécifique du fond sonore urbain selon la hauteur, etc.).

L'outil propose ainsi la modélisation d'un environnement virtuel articulant dessin d'espace et définition des sons associés ou positionnés. On dispose ensuite d'un double point d'écoute dans l'espace en trois dimensions du modèle facilitant ainsi la comparaison. Viennent enfin pour chaque point d'écoute les possibilités de filtrage relatives à six faces par mimétisme avec l'éventuel dispositif. L'articulation entre modèle numérique et enquête empirique nous permet alors de décoder les « règles » et les correspondances qui vont nous permettre, pour finir, de moduler et mixer l'espace sonore restitué.

Cette question de l'outil d'esquisse ainsi développée dans le cadre de la recherche « esquis'Sons! » autour des dispositifs d'interface d'habitat extérieurs - et que nous allons tenter par la suite de faire tendre vers un outil d'esquisse et d'*auralisation* (le terme *auralisation* est utilisé par correspondance avec celui de *visualisation* et illustre ainsi une représentation dédiée à l'écoute)<sup>10</sup> de l'espace architectural de manière plus générale - s'apparente à une nouvelle manière de travailler l'espace en sortant des processus de validation post-projet et en proposant des solutions, qui plus qu'intégrées, deviennent inhérentes au processus de conception. Ces « techniques » posent ainsi la question de l'utilisation de l'outil dans ces processus et notamment l'apprentissage et la conception « par le faire » pour la discipline architecturale.

### **Processus de conception et prototypage dans les méthodologies de conception**

Si l'on considère aujourd'hui le processus de conception architectural non plus comme une ligne temporelle, mais bien comme une dynamique cyclique, on doit alors prendre conscience de l'impact de cette transformation sur les pratiques de conception. En effet, il s'agit aujourd'hui de se représenter la conception architecturale comme un continuum proposant un certain nombre d'outils articulés les uns aux autres. Ainsi l'outil de conception, qu'il soit matériel, intellectuel ou virtuel existe par lui-même et tend à se détacher de l'ancrage temporel qui le caractérisait auparavant si bien qu'il peut-être appréhender de toutes les manières. L'architecte arpente alors les différentes phases du processus, toutes liées entre elles, de manière intuitive et articulée sans jamais avoir à questionner la « pertinence temporelle » de l'outil. Modéliser, ou encore fabriquer un prototype en trois dimensions devient une partie du protocole continu, et c'est par l'action de faire que vient se cristalliser la conception. L'activité transforme l'objet, mais « ce faisant [transforme] le sujet lui-même<sup>11</sup> ».

<sup>9</sup> Chelkoff G., «Forme, formants et formalités : catégories d'analyse de l'environnement urbain», dans *L'espace urbain en méthodes* (sous la direction de M. Grosjean et J.-P. Thibaud, Marseille, Parenthèses, 2011, p. 101–126

<sup>10</sup> Kleiner M., Dalenbäck B.-I., Svensson P., «Auralization-An Overview», *Journal of the Audio Engineering Society*, n°41, 1993, p. 861–75

<sup>11</sup> Vergnaud G., «Rabardel P., Pastré P. (dir.). Modèles du sujet pour la conception : dialectiques, activités, développement»,

Ce bouleversement, relativement à un outil d'esquisse des ambiances sonores dans l'espace nous interpellent puisqu'il induit une représentation autant qu'une conception de l'espace sonore d'un projet d'architecture et ainsi un potentiel de l'instrument lui-même appréhendé comme conception. De ce fait, il apparaît pertinent de ne plus penser l'outil technique comme simple moyen ou bien comme dévoilement<sup>12</sup> uniquement, mais bien comme une partie ; informateur et auditeur du processus de conception nourrissant à la fois processus et procédé.

Il s'agit en effet de s'emparer de ces techniques afin d'exploiter leurs capacités adaptatives et les modes de pensée associés pour, non seulement s'articuler au mieux avec les processus créatifs, mais aussi proposer via ces réflexions et ces outils des alternatives à l'automatisme numérique. Ces questionnements, qui tentent de coupler une réflexion sur les mutations contemporaines des processus de conception architecturaux et une attention particulière à la qualité des espaces perçus nous amènent à interroger les dynamiques de « conceptions en acte » comme potentiel d'exploitation des nouveaux paradigmes ainsi générés et notamment de se saisir des outils numériques dans cette perspective afin d'en développer les versants positifs - *en son sens établi et certain* - et possibles pour le champ de la conception spatiale.

*Un travail de doctorat est actuellement en cours pour proposer le développement d'un outil d'auralisation et de conception des ambiances sonores dans l'espace en interrogeant ces nouveaux modes de création et de conception par le faire.*

### Bibliographie

- ARUP Advanced geometry group, «Form and Algorithm», C3, n°313, 2010, p. 68–127
- Chelkoff G., «Forme, formants et formalités : catégories d'analyse de l'environnement urbain», dans *L'espace urbain en méthodes* (sous la direction de M. Grosjean et J.-P. Thibaud, Marseille, Parenthèses, 2011, p. 101–126
- Ciblac T., Guéna F., Untersteller L.-P., «De L'esquisse D'architecture Au Modèle Numérique», dans *Journées SCAN (Séminaire de Conception Architecturale Numérique): Rôle de L'esquisse Architecturale Dans Le Monde Numérique*, Charenton, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Val-de-Seine, 2005
- Heidegger M., *Essais et Conférences*, Paris, Gallimard, 1980
- Kleiner M., Dalenbäck B.-I., Svensson P., «Auralization-An Overview», *Journal of the Audio Engineering Society*, n°41, 1993, p. 861–875
- Rabreau D., *Architectural Drawings of the Eighteenth Century : Les Dessins D'architecture Au XVIIIe Siècle* Paris, Bibliothèque de l'Image, 2001
- Rémy N.(dir.), Chelkoff G., Marchal T., Gamal Said N., Bardyn J.-L., Amini H., *Esquis'sons ! Outils d'aide à la conception d'environnements sonores durables*, Grenoble CRESSON/ADEME Direction Villes et territoires durables, 2015
- Saggio A., *The It Revolution in Architecture. Thoughts on a Paradigm Shift*, New York, lulu.com, 2013
- Simondon G., *Du mode d'existence des objets techniques*, Philosophie, Paris, Aubier, 2012
- Vergnaud G., «La Théorie Des Champs Conceptuels», *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, n°10, 1990, p. 133–170
- Vergnaud G., «Rabardel P., Pastré P. (dir.). Modèles du sujet pour la conception : dialectiques, activités, développement», *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, 2006, n°154, p. 219–222

**Théo Marchal** – Doctorant, Laboratoire CRESSON / Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, Grenoble, France.